

TEMA 7. LAS ENVOLTURAS CELULARES.

Las células pueden definirse como conjuntos de moléculas contenidas en un recipiente definido por una envoltura. Es fácil entender que en el proceso evolutivo que dio lugar a las primeras formas de vida la aparición de tal envoltura, papel asumido por la membrana plasmática, fue un paso fundamental.

1. La membrana plasmática.

Es la única envoltura celular que está presente en todos los tipos celulares. Los estudios realizados a lo largo del siglo pasado indican que:

- Está formada por lípidos, proteínas y glúcidos (menor proporción).
- Al microscopio electrónico muestra dos finas capas oscuras separadas por un espacio claro. Sus dos caras presentan abundantes partículas.
- Posee propiedades de fluidez e impermeabilidad que le permite aislar a la célula del exterior y seleccionar las moléculas que la atraviesan.

A partir de todos estos datos Singer y Nicolson propusieron en 1972 el modelo del mosaico fluido que actualmente se utiliza para explicar todo lo referente a la membrana y que describiremos en los siguientes apartados.

1.1. Composición.

Lípidos. Aparecen en proporción 45-50%. Los más importantes son:

- **Fosfolípidos.**
 - Por su carácter anfipático son el componente fundamental.
 - Se disponen en una bicapa con las zonas hidrófilas hacia el exterior, que forman las dos bandas oscuras paralelas, y las hidrófobas hacia el interior, formando la banda central clara.
- **Colesterol.**
 - Sus moléculas se intercalan entre los fosfolípidos.
 - Aparece sobre todo en células animales.

Proteínas. Proporción 45-50%.

- Presentan zonas de distinta polaridad por lo que pueden intercalarse en diferentes zonas de la bicapa.
- Tamaño y estructura variable, desde pequeñas α -hélices hasta enormes proteínas globulares.
- Este modelo distingue dos tipos según la posición.
 - **Proteínas transmembrana.** Atraviesan la bicapa lipídica.
 - **Proteínas periféricas.** Unidas a una u otra cara.
- También distingue dos tipos en función del tipo de enlaces con que se unen a los lípidos:
 - **Integrales o intrínsecas.**
 - Se unen covalentemente.

- Pueden ser transmembrana o periféricas.
- Se separan mediante procedimientos drásticos.
- **Extrínsecas.**
 - Se unen mediante enlaces débiles no covalentes.
 - Siempre son periféricas.
 - Pueden aislarse y separarse con facilidad.

Hidratos de carbono. Solo aparecen en proporción del 0-10%.

- Son oligosacáridos unidos covalentemente a los fosfolípidos o a las proteínas (glucolípidos y glucoproteínas).
- A veces son muy abundantes en la cara externa formando el glicocálix.

1.2. Asimetría.

Las dos caras de la membrana son diferentes:

- Cara externa. Con glucocalix.
- Cara interna. Con córtex celular.
 - Estructura asociada al citoesqueleto.
 - Red de proteínas fibrosas unidas a proteínas transmembrana o periféricas.
 - Determina la forma y el movimiento de la célula.
- El número y tipo de proteínas periféricas no es igual en ambas caras.

1.3. Fluidez.

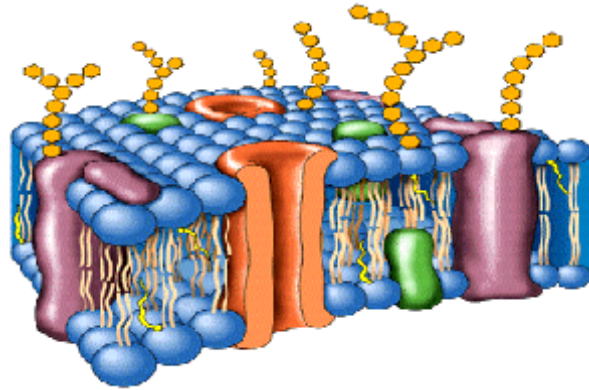
La membrana se comporta como un fluido porque los lípidos y las proteínas se mueven, ya que pueden rotar sobre su eje (rotación) o desplazarse lateralmente (difusión lateral). Los lípidos, con menor frecuencia, también pueden pasar de una monocapa a otra (flip-flop).

La difusión lateral es la que determina en mayor medida la fluidez, no obstante esta propiedad varía de unas membranas a otras y se relaciona con los siguientes factores:

- **Longitud de las cadenas hidrocarbonadas.** A menor longitud de los ácidos grasos componentes de los fosfolípidos se producen menos interacciones entre ellos y por tanto la fluidez aumenta.
- **Presencia de insaturaciones.** Los dobles o triples enlaces en los ácidos grasos generan codos o curvaturas que producen menor compactación entre los fosfolípidos y estos se mueven más fácilmente. Cuanto mayor es el grado de insaturación mayor será la fluidez.
- **Proporción de colesterol.** Esta molécula se sitúa en la bicapa y su parte hidrófoba interactúa con las colas hidrocarbonadas inmovilizándolas. El resultado es un descenso de fluidez.

- **La temperatura.** A medida que disminuye la temperatura también disminuye la fluidez.

Numera y nombra los componentes de la membrana plasmática



1.4. Funciones.

Se relacionan con sus distintos componentes pero no son posibles fuera de su estructura pues la membrana funciona como un todo gracias a cada uno de ellos.

Bicapa lipídica.

- Actúa de barrera selectiva por su impermeabilidad a sustancias hidrosolubles, iones y gran parte de las moléculas biológicas.
 - Permeabilidad a O_2 , CO_2 , H_2O , etanol, etc.
 - Impermeabilidad a Na^+ , Ca^{++} , K^+ , glucosa, aa., etc

Proteínas.

- Transportan moléculas específicas como la glucosa fuera y dentro de la célula.
- Transportan iones en ambos sentidos (bomba de Na y K).
- Unen macromoléculas a uno y otro lado de la membrana (citoesqueleto).
- Reciben señales químicas del medio (células diana).
- Catalizan reacciones asociadas a la membrana (adenilato ciclasa- AMP_c).

Glucocalix.

- Protege y lubrica la superficie celular debido a la absorción de agua (glóbulos rojos-deslizamiento por lugares estrechos-capilares).
- Reconoce a otras células adhiriéndose a ellas (óvulo-espermatozoide)
- Reconoce y fija sustancias o partículas (macrófagos).

Resumiendo sus funciones básicas son:

- Barrera aislante y compartimentación.
- Permeabilidad selectiva y homeostasis del medio intracelular.
- Reconocimiento y especificidad celular.
- Unión entre células y transmisión de información.

2. Transporte a través de membrana.

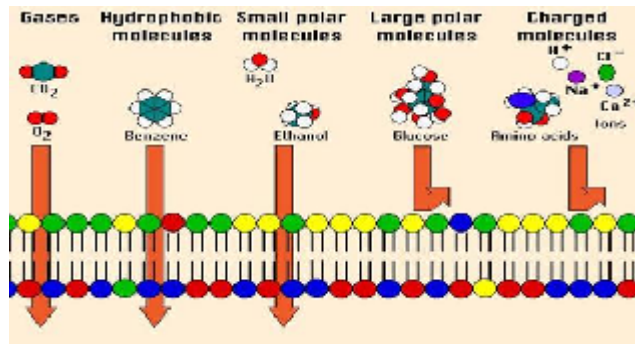
La membrana plasmática transporta sustancias mediante diferentes procesos que resumimos en el siguiente esquema.

- Sin deformación. Las moléculas pequeñas o los iones atraviesan la membrana sin necesidad de que se produzca una alteración de su estructura.
 - Transporte pasivo. A favor de gradiente y sin gasto energético.
 - Difusión simple.
 - Difusión facilitada.
 - Proteínas transportadoras.
 - Proteínas canal.
 - Transporte activo. En contra de gradiente y con gasto energético.
 - Bombas. Glucosa, Na/K, Ca, H, etc.
- Con deformación. La célula eucariota puede captar o expulsar macromoléculas, partículas e incluso otras células o parte de ellas. El gran tamaño de estos materiales requiere una modificación de la estructura y la superficie de la membrana.
 - Endocitosis.
 - Fagocitosis.
 - Pinocitosis.
 - Exocitosis.
 - Transcitosis.

2.1. Transporte pasivo.

El sentido viene determinado por las concentraciones relativas de las moléculas pues se produce siempre desde el lugar de mayor concentración al de menor. El transporte cesa cuando las concentraciones se igualan.

- Difusión simple.
 - Es el mecanismo más sencillo y menos selectivo.
 - Las moléculas atraviesan la bicapa lipídica difundiendo entre los fosfolípidos.
 - Afecta a gases, como el O_2 y el CO_2 , moléculas hidrófobas como el benceno y otros disolventes orgánicos, y a moléculas polares pero de pequeño tamaño como el agua y el etanol.



- **Difusión facilitada.**

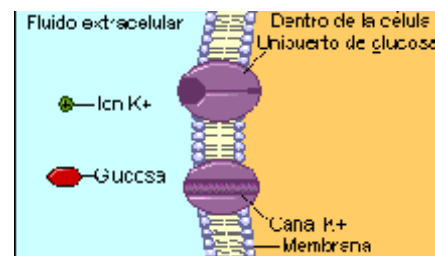
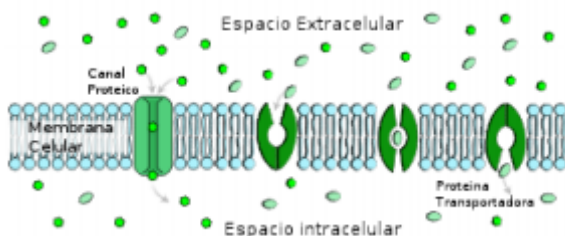
- Transporta moléculas grandes o iones con carga que no pueden atravesar la bicapa.
- Tiene lugar a través de dos tipos de proteínas.

- **Proteínas transportadoras.**

- También llamadas carriers.
- Transporte muy selectivo pues requiere un lugar específico para la unión con la molécula transportada.
- Tras la unión se produce un cambio conformacional que libera la molécula al otro lado de la membrana.
- Transporta glúcidos, aas y nucleósidos.

- **Proteínas canal.**

- Forman canales en su interior.
- Es un mecanismo muy rápido pero menos selectivo.
- Las más conocidas son los canales iónicos que suelen estar cerrados y se abren por contacto con los iones.
- También existen canales que facilitan el transporte de agua en células del tejido renal o de algunos tejidos epiteliales y conjuntivos (glandulas salivares, humor acuoso, etc.) cuya función está muy relacionada con la secreción de líquidos. Tales canales se denomina acuoporinas.

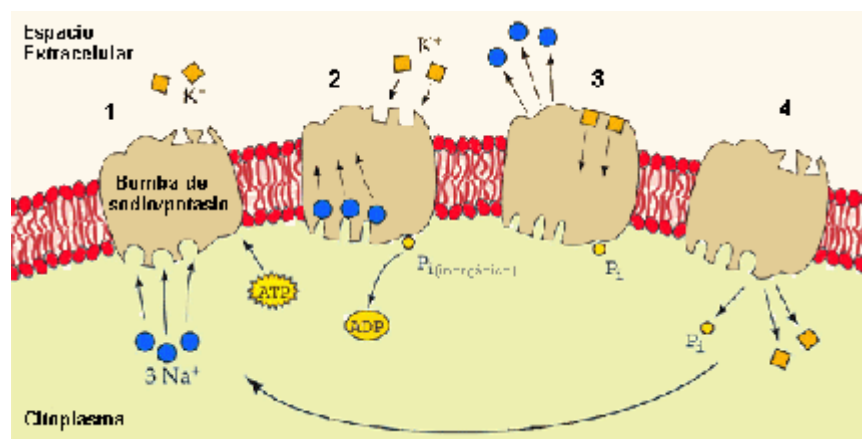


2.2. Transporte activo.

Traslada moléculas en contra de gradiente, es decir desde el lugar de menor concentración al de mayor. Requiere un gasto energético que la mayoría de las veces es aportado por una reacción de hidrólisis de ATP. Las células lo realizan para mantener en su interior moléculas requeridas a altas concentraciones y que ya no pueden entrar por la vía de transporte pasivo. Es llevado a cabo por proteínas transportadoras que bombean sustancias a través de la membrana y que reciben el nombre de bombas.

Las más frecuentes son:

- La bomba de glucosa que es impulsada por 2 Na^+ .
 - La bomba de Na^+/K^+ .
 - La bomba de Ca^{+} .
 - La bomba de H^+ .
- **Bomba de Na^+/K^+ .**
 - Cada vez que actúa saca 3 Na^+ al exterior aunque su concentración es fuera diez veces mayor.
 - Introduce 2 K^+ a pesar de que su concentración es mayor en el interior celular.
 - La desfosforilación del ATP cambia la forma de la bomba que permanece activa mientras un fosfato permanece unido a ella. Una vez que se desprende vuelve a la configuración original para comenzar el ciclo.
 - Con esto la célula consigue eliminar una carga positiva y mantener su potencial de membrana que tiene un valor aproximado de -90 mV.
 - Mantener estos valores de potencial es importante para fenómenos como:
 - Transmitir el impulso nervioso a través de las neuronas y las fibras musculares.
 - Facilitar el transporte activo de moléculas.
 - Mantener el equilibrio osmótico y el volumen celular (la alta concentración intracelular ha de ser compensada para que la célula no estalle).

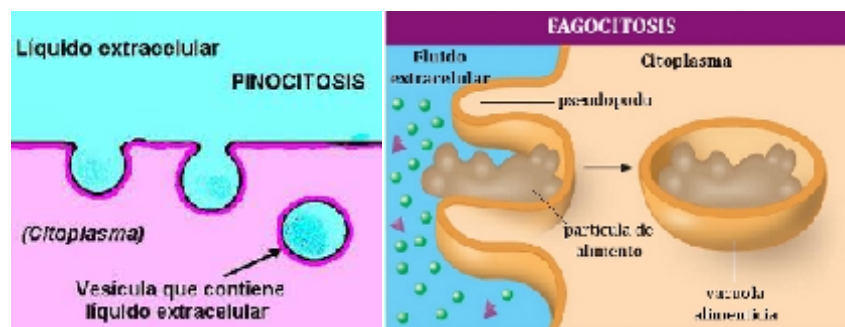


2.3. Transporte con deformación.

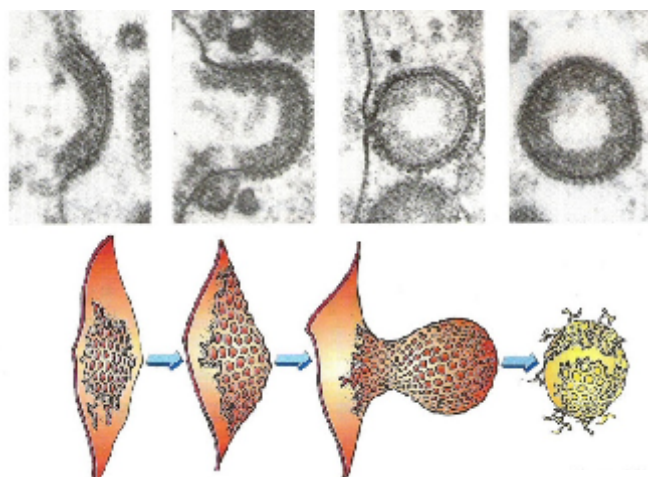
Implica una modificación en la superficie total de la membrana y se utiliza para transportar grandes partículas e incluso células completas. Distinguimos tres procesos: endocitosis, exocitosis y transcitosis.

- **Endocitosis.**

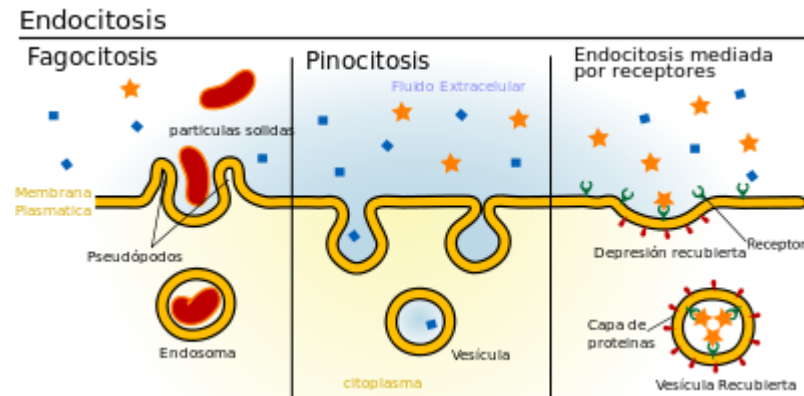
- La célula toma partículas del medio en el que vive rodeándolas por una porción de membrana plasmática.
- Primero las partículas se adhieren a la cara externa.
- A continuación se produce una invaginación que las engloba.
- Seguidamente la invaginación se separa formándose en el citoplasma una vesícula endocítica.
- Cuando las sustancias capturadas son digeridas o liberadas la membrana de la vesícula vuelve a la superficie celular.
- Si el material capturado es sólido y de gran tamaño se produce **fagocitosis**. Así ocurre en la defensa contra microorganismos patógenos llevada a cabo por los macrófagos de los mamíferos.
- Cuando el material ingerido es líquido y contiene muchas moléculas de pequeño tamaño se produce **pinocitosis** (beber).



- En algunos casos la vesícula se produce por la disposición, en la parte interna de la membrana, de moléculas de **clatrina**. Esta proteína forma una especie de red contráctil que favorece la invaginación.

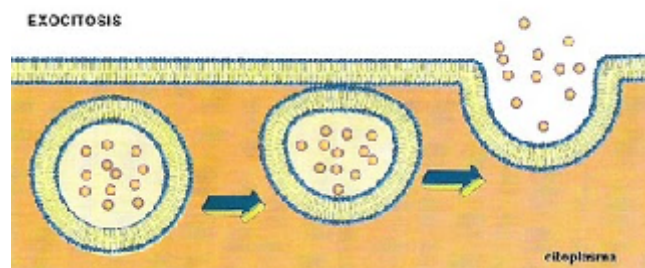


- La endocitosis **mediada por receptores** es mucho más específica. En la parte externa de la membrana se sitúan receptores que complementan con ligandos que aparecen en la superficie de la partícula que se va a capturar. La complementariedad entre ambos desencadena la invaginación.



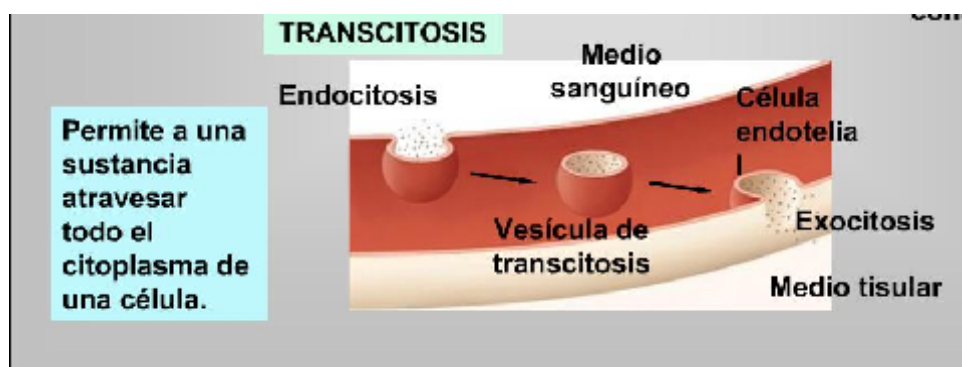
- **Exocitosis.**

- Es el mecanismo que permite a las células expulsar materiales de gran tamaño. Estos están contenidos en vesículas procedentes del aparato de Golgi o en vesículas digestivas residuales. En ambos casos se fusionan con la membrana plasmática y vierten su contenido al exterior.



- **Transcitosis.**

- Constituye un sistema de transporte a través del citoplasma. Es característico de células que han de ser atravesadas como las células endoteliales que forman las paredes de los vasos sanguíneos.

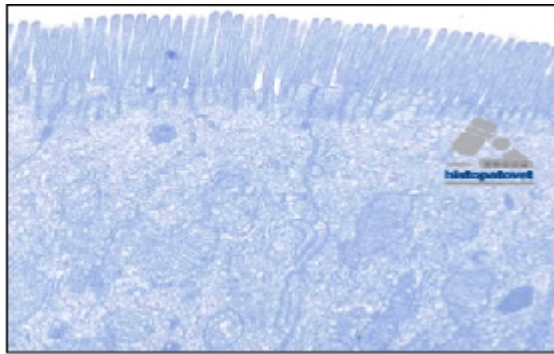


3. Diferenciaciones de membrana.

Algunas zonas de la membrana plasmática presentan adaptaciones específicas. Las más importantes son las microvellosidades y las estructuras de unión.

3.1. Microvellosidades.

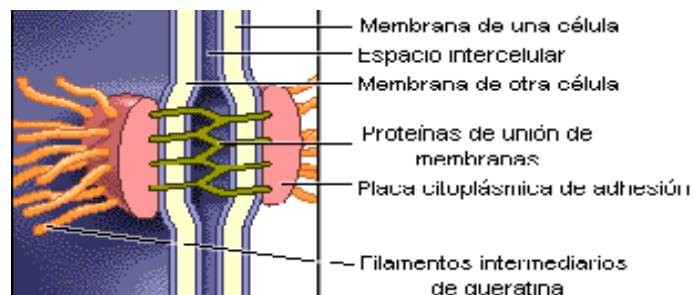
Son finas evaginaciones que incrementan la superficie de la membrana. Su finalidad es aumentar la superficie de absorción y la velocidad del transporte de partículas. Son muy abundantes en células de tejidos epiteliales que recubren los tubos digestivo o respiratorio. Un claro ejemplo es el epitelio intestinal.



3.2 Estructuras de unión.

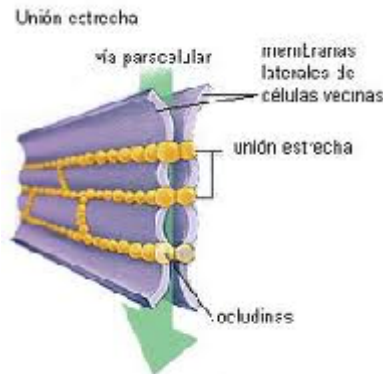
Son esenciales para estabilizar la formación y el funcionamiento de los tejidos. Estudiaremos cuatro de estas uniones.

- **Desmosomas.**
 - Aparecen en tejidos sometidos a fuertes tensiones como el epitelial o el muscular cardíaco. Su función es proporcionar fuerza mecánica a la unión intercelular.
 - Son uniones en las que aumenta el espacio intercelular pero este es ocupado por proteínas de la familia de la cadherina.
 - Estas se anclan en la cara interna de la membrana en una placa con forma de disco a la que también se unen filamentos de queratina.
 - Los hemidesmosomas unen las células epiteliales a la membrana basal.



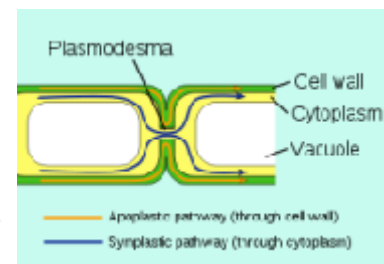
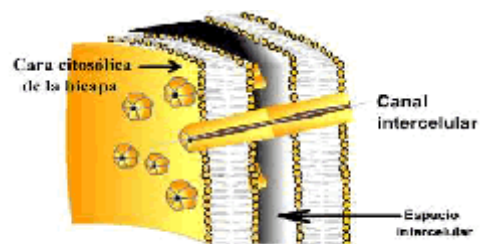
- **Uniones estrechas.**

- Se producen entre células epiteliales adyacentes.
- Actúan como barreras para el paso de iones y moléculas entre las superficies laterales de células vecinas.
- El espacio intercelular se reduce y en la zona de unión se disponen filamentos de claudina y ocludina.



- **Uniones GAP.**

- Son estructuras formadas por proteínas transmembranas llamadas conexinas. Estas se disponen en grupos de seis originando formaciones hexagonales que dejan un canal abierto en su interior.
- Las células se unen haciendo coincidir estos canales y dejando un corto espacio entre ellas.
- La función es comunicar células para que pasen de unas a otras iones y pequeñas moléculas orgánicas solubles en agua.
- Aparecen en la mayoría de las células de los tejidos animales.
- Facilitan respuestas coordinadas entre células como la contracción del músculo cardíaco.



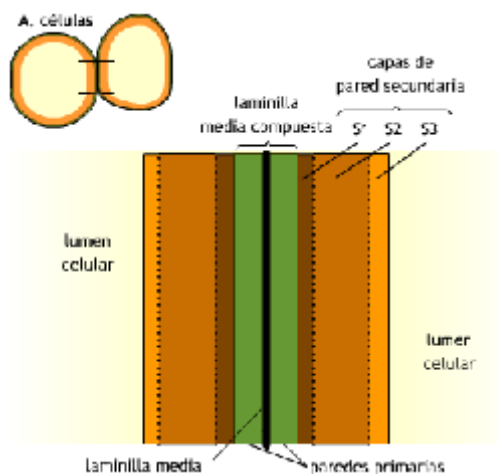
- **Plasmodesmos.**

- Aparecen en los tejidos vegetales.
- A través de ellos la membrana de una célula continúa con la de su vecina.
- Las paredes quedan interrumpidas en estos puntos.
- Permiten el paso de iones y moléculas pequeñas.

4. La pared celular.

Es una envuelta rígida que rodea las células de las plantas, las algas, los hongos y los moneras. En plantas y algas es muy parecida y se compone básicamente por celulosa y proteínas. Está formada por:

- **Lámina media.**
 - Primera capa que se origina y la que queda más externa.
 - Formada fundamentalmente por pectina, un heteropolisacárido compuesto por cadenas de ácido galactourónico intercalando ramnosa o arabinosa para producir ramificaciones
 - Une y cementa células adyacentes.
 - Aparece en todas las células.
- **Pared primaria.**
 - Relativamente delgada y poco rígida por lo que permite el crecimiento celular.
 - Se forma por secreción de sustancias al exterior de la membrana plasmática.
 - Formada por fibras de celulosa que se disponen en capas y se rodean de una matriz formada por agua (80-90 %), hemicelulosa, pectina, monosacáridos y algunas proteínas estructurales.
- **Pared secundaria.**
 - Tan gruesa y rígida que impide el crecimiento.
 - Aparece en células que han dejado de crecer por la deposición de capas entre la membrana y la pared primaria.
 - Su estructura es laminar. Las fibras de celulosa presentan orientaciones diferentes en las sucesivas capas y forman una estructura muy resistente.
 - Suele estar reforzada por lignina que proporciona densidad y resistencia propias de la madera.



Las funciones de la pared vegetal son:

- Dar forma, rigidez, protección e inmovilidad a las células.
- Impedir que la célula estalle por la continua entrada de agua.
- Mantener erguida la planta.
- Unir y conectar células vecinas para intercambiar sustancias.

La pared celular de los hongos es una cubierta secretada por la propia célula y compuesta fundamentalmente por quitina, un homopolisacárido formado por restos de N-acetilglucosamina, la cual también forma el exoesqueleto de los artrópodos.

La pared bacteriana está formada básicamente por el heterósido peptidoglicano o mureína, aunque hay fuertes diferencias entre los distintos grupos.

5. La matriz extracelular.

Es el medio en el que se encuentran las células de los tejidos animales y en tal sentido se considera otra envuelta celular. Está formada por:

- Proteínas. Las más importantes son el colágeno (resistencia) y la elastina (elasticidad).
- Polisacáridos. Forman una especie de gel. El más importante es el ácido hialurónico.

Sus funciones son:

- Soporte estructural de los tejidos.
- Difundir el intercambio de sustancias.
- Intervenir en el reconocimiento celular.

Cuestiones de repaso.

Selectividad.

1) Describe el modelo del mosaico fluido de membrana e ilústralo con un dibujo indicando los componentes principales.

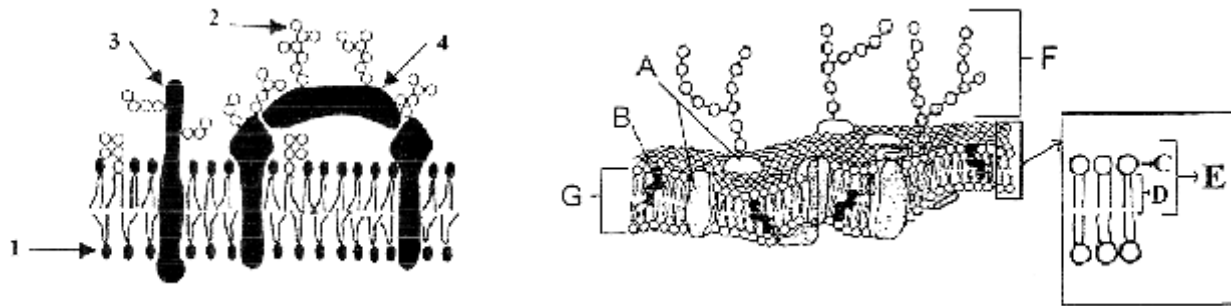
2) Indica la composición química de la membrana plasmática. Enumera los diferentes lípidos de membrana. Explica la formación de la bicapa lipídica en función de las propiedades de los lípidos que la constituyen. ¿Qué tipo de fuerzas e interacciones se establecen?

3) En relación a la figura adjunta, contesta a las siguientes preguntas:

a) ¿Qué estructura celular representa esta figura? Explica tres funciones de la misma.

b) Indica el tipo de componente químico que corresponde a cada número y letra, y la función de los señalados con los números 1, 2 y 3.

c) ¿Qué clase de células presentan la estructura del dibujo?



4) Explica en qué consiste la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática. Describe el transporte activo y las distintas modalidades de transporte pasivo.

5) Explica los fenómenos de difusión y transporte de moléculas a través de la membrana plasmática. Define los términos endocitosis, pinocitosis, fagocitosis y exocitosis.

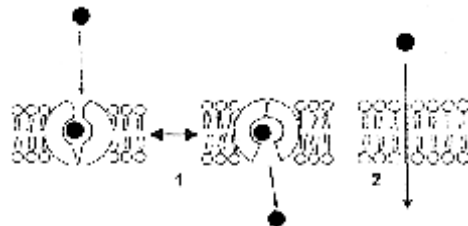
6) ¿Por qué los lípidos, independientemente de su tamaño, atraviesan sin dificultad las membranas celulares, y los aminoácidos no? Da una explicación razonada a este hecho.

7) Nombra y describe los mecanismos celulares por los que pueden penetrar en la célula: Na^+ , O_2 y una bacteria.

8) A la vista de los esquemas, responde razonadamente a las siguientes preguntas:

a) Los esquemas 1 y 2 representan dos formas distintas de transporte a través de la membrana. Identifícalas y descríbelas.

b) Describe la composición química de la membrana plasmática.



9) ¿Cómo pueden las bacterias regular la fluidez de sus membranas?

10) Ordena los siguientes compuestos de mayor a menor permeabilidad a través de las membranas celulares: agua, ARN, Ca^{++} , glucosa.

11) ¿Qué función desempeña el colesterol en las membranas de las células animales?

Libro Anaya Biología 2º Bto.

Pag 117, 2. Pag 119, 1. Pag 121, 1,2 y 3. Pag 123, 1 y 2. Pag 125, 1, 2 y 3. Pag 127, 1, 2 y 3.

Pag 128, 129 y 130.